Rev. Écol. Biol. Sol, 1986, **23** (4) : 445-451.

Lombrices de tierra del valle del Tambre (Galicia, España)

II. — Analisis multivariante

POR

E. B. CALVIN y D. J. DIAZ COSIN

Departamento de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela (España)

Synopsis: The influence of some factors on the distribution of earthworms in the « Valle del Tambre, Galicia, Spain » is studied by multivariate analysis as continuation of a previous paper. pH, texture and C/N ratio are confirmed as significant factors.

Keywords: Earthworms - soil factors - multivariate analysis.

INTRODUCCION

Varios autores han utilizado diferentes técnicas de análisis multivariante con la finalidad de caracterizar las comunidades de lombrices de tierra, pudiéndose citar, entre otros muchos, a BOUCHÉ (1972 y 1977), MORENO (1983) y LAVELLE (1983), que utilizan análisis factorial de correspondencias o análisis de componentes principales.

Otros estudios tratan de buscar relaciones entre la distribución de lombrices de tierra y los factores edáficos, utilizando fundamentalmente técnicas de correlación y de regresión múltiple, como es el caso de SATCHELL (1955), NORDSTROM y RUNDGREN (1974), PHILLIPSON *et al.* (1976) y STANDEN (1979).

En un trabajo reciente, CALVIN y DIAZ COSIN (1985), se estudió la relación entre ocho especies de lombrices de tierra y 15 factores del suelo, analizando

Reçu le 24-3-86.
Accepté le 8-10-86.

las « preferencias relativas » de cada especie mediante el test de la t de Student. En el presente trabajo los mismos datos se estudian mediante técnicas de análisis multivariante, utilizando análisis factorial de correspondencias y análisis de correlación canónica, HOTELLING (1935 y 1936) y CUADRAS (1981), con la idea de comparar los resultados obtenidos tratando los datos con dos tipos de técnicas diferentes. En efecto, el estudio mediante la t de Student se realiza para cada especie y cada uno de los factores del suelo y se deducen conclusiones generales comparando el comportamiento de las diferentes especies.

El análisis factorial de correspondencias en combinación con el de correlación canónica permite conocer las relaciones del conjunto de los factores con las distintas especies. La correlación canónica, en la que se utiliza el test de Bartlett, BARTLETT (1947), reduce la subjetividad en la interpretación de los resultados.

I. — MATERIAL Y METODOS

El área estudiada corresponde a la parte media del valle del río Tambre (Galicia, España), zona que se ha dividido en 200 cuadrículas de 1 km de lado, realizando en cada una de ellas una muestra, elegida al azar en el tipo de vegetación dominante para recolectar lombrices de tierra.

La superficie de cada muestra fué de 50 × 100 cm, y la técnica de muestreo la del formol-separación manual.

Se han realizado análisis del suelo de cada una de las 200 muestras midiendo varios factores : la humedad, porosidad y aireación se han determinado según los métodos señalados en DIAZ COSIN Y MORENO (1979). La textura del suelo, detallando sus distintos componentes : fracción mayor de 2 mm, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, así como el pH en H_2O y en KCl, según la metodología indicada en GUITIAN y CARBALLAS (1976). Finalmente se ha determinado la capacidad de retención de agua de los suelos a pF 2,5 = 1/3 bar y pF 4,2 = 15 bars, así como el porcentaje de carbono y nitrógeno según la metodología señalada en « Anonimo » (1982) y detallada en CALVIN y DIAZ COSIN (1985), trabajo en el que se incluyen también algunos datos sobre la variación de los distintos factores del suelo en la zona estudiada y se indican algunas de sus características.

Para detectar las posibles relaciones entre la distribución de la diferentes especies de lombrices de tierra y los factores del suelo se ha acudido al tratamiento de las matrices de datos faunísticos, presencia, nº de individuos y peso, mediante análisis de correspondencias. Las coordenadas obtenidas para las muestras mediante este análisis se han enfrentado por medio de un análisis de correlación canónica con la matriz de variables edáficas, en la que se incluyen los valores de los 15 factores del suelo en cada muestra.

II. — RESULTADOS

En la zona estudiada se han recolectado 16 especies de lombrices de tierra, de las cuales sólo 8 aparecen en más del 10 % de las muestras, y son por lo tanto las que se tendrán en cuenta para los distintos análisis. Estas especies son : *Allolobophora caliginosa* (Ac), *Allolobophora oliveirae* (Av), *Dendrobaena madeirensis* (Dm), *Dendrobaena octaedra* (Do), *Dendrobaena*

rubida (Dr), *Eisenia eiseni* (Ee), *Eiseniella tetraedra* (Et) y *Lumbricus friendi* (Lf). Las restantes especies no pueden considerarse frecuentes en la zona por lo que no se incluyen en este estudio.

Estas ocho especies más frecuentes, o alguna de ellas, aparecen sólo en 171 de las muestras efectuadas ; el resto de las muestras o bien fueron nulas, es decir sin lombrices de tierra, o bien sólo aparecían especies raras, por lo que tampoco se incluyeron en los análisis.

Se elaboraron tres matrices con los datos de presencia-ausencia, biomasa y número de individuos de cada especie y se aplicó a cada una de ellas un análisis de correspondencias

Posteriormente se calcularon las correlaciones canónicas entre las coordenadas de las muestras obtenidas en cada uno de los análisis de correspondencias y las variables del suelo, enfrentando en cada caso las coordenadas respecto a los 5 ejes del análisis de correspondencias y la matriz de las 15 variables edáficas.

Los resultados obtenidos considerando los datos de presencia-ausencia, biomasa o número de individuos han sido muy similares, por lo que se indicarán exclusivamente los referentes a los datos de presencia-ausencia.

En el análisis de correspondencias efectuado a partir de la matriz de datos presencia-ausencia para las ocho especies consideradas y las 171 muestras, se han obtenido los siguientes resultados :

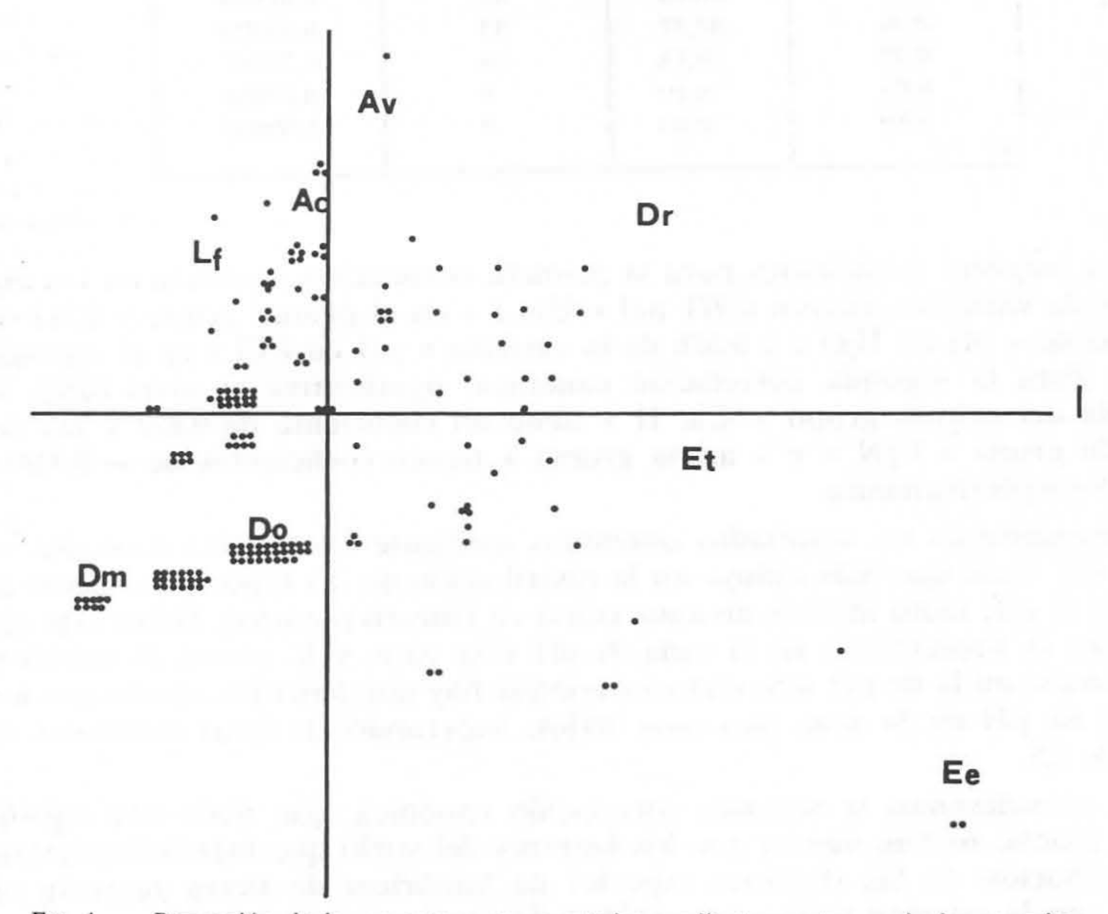


FIG. 1. — Proyección de las muestras, representadas mediante puntos, y de las especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias. Símbolos de las especies en el texto.

EJES	% INERCIA	INERCIA ACUMULADA
I	23,09	23,09
II	17,29	40,38
III	14,94	55,32

Se representa la distribución de las muestras en el espacio definido por los ejes I y II (Fig. 1), que son los que absorben mayor porcentaje de inercia. Para el eje I las variables que más fuertemente contribuyen a la distribución de las muestras son *E. eiseni, E. tetraedra* y *D. rubida,* que se separan hacia su extremo positivo y *D. madeirensis,* que lo hace hacia su extremo negativo. Para el eje II *A. oliveirae* y en menor medida *A. caliginosa, D. rubida* y *L. friendi* situadas hacia la parte positiva, y *E. eiseni,* que se localiza en la parte negativa.

La correlación canónica entre las coordenadas de las muestras obtenidas para los 5 ejes de este análisis de correspondencias y las 15 variables edáficas medidas en los 171 muestreos presenta los siguientes resultados :

Test de Bartlett

Correlación canonica	χ^2	Grados de libertad	Significación
	167,55	65	0,00000
0,67	70,73	48	0,01803
0,46	32,47	33	0,49339
0,32	15,14	20	0,76487
0,24	6,10	9	0,72964
0,19	0,00	0	1,00000

Los mayores coeficientes para la primera correlación canónica en los dos grupos de variables, fueron 0,971 del « Eje I » en el primer grupo y 0,713 de la variable « pH en H_2O » y 0,686 de la variable « pH en KCl » en el segundo grupo. Para la segunda correlación canónica, significativa al nivel 0,005, la variable del primer grupo « Eje II » tiene un coeficiente de 0,822 y las del segundo grupo « C/N » y « arena gruesa » tienen coeficientes de — 0,716 y — 0,519 respectivamente.

Considerando los resultados obtenidos mediante correlación canónica, el factor del suelo que más influye en la distribución de las especies respecto al eje I es el pH, tanto medido en agua como en cloruro potásico. Sobre este eje se coloca *D. madeirensis* en la zona de pH más bajo, y *E. eiseni, D. rubida* y *E. tetraedra* en la de pH más elevado, aunque hay que tener en cuenta que los valores de pH en la zona son muy bajos, superando en raras ocasiones el valor de 5,5.

Si consideramos la segunda correlación canónica, que tiene una significación mucho menor, vemos que los factores del suelo que más influirían en la distribución de las distintas especies de lombrices de tierra respecto al eje II, son la relación C/N y la cantidad de arena gruesa.

Respecto a este eje *A. oliveirae* se colocaría en las muestras de relación C/N más baja y con poca cantidad de arena gruesa, siguiendo en esta misma tendencia pero con menor grado, *A. caliginosa, D. rubida* y *L. friendi. E. eiseni* a su vez se situaría en las muestras de relación C/N más alta y con gran cantidad de arena gruesa. Las otras especies, siguiendo los mismos gradientes ocuparían las otras posiciones intermedias.

III. — DISCUSION

Los resultados obtenidos mediante análisis de correspondencias y de correlación canónica concuerdan con los encontrados al estudiar las preferencias relativas de las especies mediante un test de significación con la t de Student, CALVIN y DIAZ COSIN (1985). Utilizando ambos tipos de técnicas la variable del suelo para la que se obtienen más diferencias significativas es el pH, con lo que queda confirmado el importante papel que juega este factor en la zona estudiada.

En este sentido se puede señalar que SATCHELL (1955), utilizando técnicas de correlación y regresión, encuentra que el pH es uno de los factores que más influyen en la distribución de las lombrices de tierra, NORDSTROM y RUNDGREN (1973 y 1974) estudian cuatro asociaciones de lombrices de tierra y las encuentran relacionadas con la textura, el contenido en arcilla, la materia orgánica, el pH y el régimen de humedad anual del suelo. STANDEN (1979), mediante análisis de regresión múltiple y para los datos de presencia-ausencia, señala que la aparición de cinco especies depende del pH PIEARCE (1972), en MORENO (1983) y BOUCHÉ (1972), señalan como factores más importantes en la distribución de las distintas especies de lombrices de tierra la relación C/N, la humedad y el contenido en carbonato cálcico.

De estos antecedentes se deduce que los factores con posible influencia en la distribución de las especies de lombrices de tierra son muy variados, aunque algunos como el pH son aceptados por casi todos los autores. Esta diversidad de resultados puede deberse a las condiciones locales de las diferentes zonas estudiadas o la extensión limitada de alguna de ellas, siendo el trabajo de BOUCHÉ (1972) uno de los más fiables por abarcar localidades distribuidas por toda la extensión de Francia.

Las discrepancias pueden deberse a que todos los autores no han estudiado los mismos factores del suelo, por lo que un factor puede aparecer como importante, simplemente por la no consideración de otro factor que si fuese tenido en cuenta podría disminuir los niveles de significación obtenidos. En este sentido hay que indicar que MARIÑO *et al.* (en prensa) encuentran una fuerte relación entre varias especies de lombrices de tierra y algunos cationes del complejo de cambio, como el aluminio, que nunca habían sido tenidos en cuenta en este tipo de estudios salvo de forma accesoria.

En el Valle del Tambre la cantidad de arena gruesa y la relación C/N aparecen también como factores importantes, aunque con menor nivel de significación que el pH, y el comportamiento de las distintas especies respecto a ambos es similar al detectado con la t de Student, CALVIN y DIAZ COSIN (1985), principalmente en lo referente a la relación C/N.

Es necesario señalar sin embargo el hecho de que especies como *E. eiseni* y *D. rubida* aparezcan asociadas a los valores más altos de pH ya que son especies que siempre han sido citadas como claramente acidófilas. Esto quizá pueda explicarse considerando que los valores de pH son muy bajos en toda la zona estudiada, por lo que incluso las especies que se situan en las zonas de pH menos ácido, estarían todavía dentro de un margen que permitiría un comportamiento acidófilo. Este hecho es un indicio más de la importancia que las condiciones locales de la zona estudiada tienen en este tipo de trabajos, por lo que los resultados obtenidos deben interpretarse con precaución y referirse siempre a la zona estudiada.

La distribución en función de los factores del suelo de algunas especies, como es el caso de *A. oliveirae* y *D. madeirensis,* no puede ser discutida por no existir datos en la bibliografía. *D. madeirensis* se comporta claramente como la especie más acidófila de la zona.

Resumen

Se estudia la relación entre ocho especies de lombrices de tierra más frecuentes en el Valle del Tambre, y algunos factores del suelo, utilizando análisis multivariante. En un trabajo previo se había abordado el mismo problema mediante la utilización de la t de Student. Los resultados son concordantes en ambos casos y señalan la importancia del pH y en menor grado, de la relación C/N y la arena gruesa.

Summary

Earthworms in the Tambre Valley (Galicia, Spain). II. — Multivariate analysis

This paper reports the relationships detected by multivariate analysis between various soil factors and the distribution of the eight most common earthworm species in the Tambre Valley (Galicia, N. W., Spain). The results agree with those of the Student's t analysis reported in an earlier paper. Both methods point to pH as the primary pedological determinant of the distributions of the various species, followed by the C/N ratio and the coarse sand content.

Résumé

Les vers de terre de la vallée de la Tambre (Galice, Espagne). II. — Analyse multivariante

La relation entre les huit espèces de vers de terre les plus fréquentes de la vallée de la Tambre (Galice, Espagne), et quelques facteurs du sol, ont été étudiés, en utilisant l'analyse multivariante. Dans une étude préalable on avait abordé le même problème au moyen du t de Student. Les résultats concordent dans les deux cas et démontrent l'importance du pH et, à un moindre degré, du rapport C/N et des sables grossiers.

Bibliografia

ANONIMO, 1982. — *Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Aguas.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

BARLETT (M. S.), 1947. — Multivariate analysis. I. *Royal stat. Soc.* B, **9**: 176-197.

BOUCHÉ (M. B.), 1972. — Lombriciens de France. Écologie et systématique. *Ann. Zool. Écol. Anim.*, n° H. S.

BOUCHÉ (M. B.), 1977. — Fonction des lombriciens. I. Recherches françaises et résultats d'un programme forestier coopératif. *Bulletin Scientifique de Bourgogne*, **30**: 139-228.

CALVIN (E. B.) & DIAZ COSIN (D. J.), 1985. — Lombrices de tierra del Valle del Tambre (Galicia, España). I. Relación con los factores del suelo. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **22**: 341-351.

CUADRAS (C. M.), 1981. — *Métodos de Análisis Multivariante.* Ed. Universitaria de Barcelona, 642 pp.

DIAZ COSIN (D. J.) & MORENO (A. G.), 1979. — Primera cita en la Península Ibérica de *Microscolex phosphoreus* (Duges, 1837) *(Oligochaeta, Megascolecidae). Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **77**: 143-150.

GUITIAN (F.) & CARBALLAS (T.), 1976. — *Técnicas de Análisis de Suelos.* Pico Sacro. Santiago de Compostela, 274 pp.

HOTELLING (H.), 1935. — The most predictable criterion. *I. Educ. Psychol.*, **26**: 139-142.

HOTELLING (H.), 1936. — Relations between two sets of variables. *Biometrika*, **28**: 321-377.

LAVELLE (P.), 1983. — The structure of earthworms communities. *In: Earthworm Ecology from Darwin to vermiculture.* Edited by J. E. Satchell: 161-169.

MARIÑO (F.), TRIGO (D.), DIAZ COSIN (D. J.) & CALVIN (E. B.). — Lombrices de tierra de Galicia. Relación con los factores del suelo. *Anal. Edaf. Agrobiol. (en prensa).*

MORENO (A. G.), 1983. — *Estudio de algunas poblaciones de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta: Lumbricidae, Megascolecidae y Glossoscolecidae) de los alrededores de Madrid.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

NORDSTROM (S.) & RUNDGREN (S.), 1973. — Associations of lumbricids in Southern Sweden. *Pedobiologia*, **13**: 301-326.

NORDSTROM (S.) & RUNDGREN (S.), 1974. — Environmental factors and lumbricids associations in Southern Sweden. *Pedobiologia*, **16**: 258-285.

PHILLIPSON (J.), ABEL (R.), STEEL (J.) & WOODELL (S. R. J.), 1976. — Earthworms and the factors governing their distribution in an English Beechwood. *Pedobiologia*, **16**: 258-285.

SATCHELL (J. E.), 1955. — Some aspects of earthworms ecology. *In: Soil Zoology.* Kevan Ed. Butterworths, London: 180-201.

STANDEN (V.), 1979. — Factors affecting the distribution of Lumbricids (Oligochaeta) in associations at Peat and Mineral sites in Northern England. *Oecologia*, **42**: 359-374.